



LAIID-OPEN PATENT GAZETTE

- (11) Patent Application Laid-Open No. S55-22166
- (21) Patent Application No. S53-95627
- (22) Application date: August 5, 1978
- (43) Publication date: February 16, 1980
- (71) Applicant: Mitsubishi Metals, Co., Ltd.
- (72) Inventor: Keizo OHSAKI

SPECIFICATION

1. Title of the Invention

PLASTIC MOLDED PRODUCT SORTING METHOD

2. Claim

A plastic molded product sorting method characterized by striking plastic molded products by a striking apparatus, detecting vibrations generated at that time, converting the vibrations into electrical signals, comparing the electrical signals with a preset reference signal, to sort the plastic molded products to material qualities.

3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a method for sorting plastic molded products to material qualities, more particularly to a method for sorting plastic molded products to material qualities in the original form without breaking the plastic molded products.

The numbers of pallets or containers made of plastic currently used for distribution systems reach several billions. Because these pallets and containers are products exposed to the weather, they are deteriorated by ultraviolet light for approx. 10 years, strengths of

them are lowered, or they are faded, and thereby their commercial values are lowered and at least one million of them in a year are waste.

Therefore, waste plastics of these pallets and containers are recycled in order to prevent environmental pollution and effectively use petroleum resources.

Waste plastics of these pallets and containers may differ in material even for the same shape. For example, containers for beer include those formed of polyethylene resin and polypropylene resin even if they have the same shape.

When re-molding such waste plastics different in material, the quality of re-molded products may be lowered. Therefore, when performing re-molding, it is necessary to sort waste plastics by material qualities as pre-treatment.

Conventionally, to sort waste plastics by material qualities, there are a fluid-type wind-force sorting method, wet-type specific-gravity sorting method, static-electricity sorting method, and low-temperature shattering sorting method. The fluid-type wind-force sorting method is a method for separating plastics to upper and lower portions of a tilted screen in accordance with the difference between specific gravities under a fluid state by blowing air from the lower portion of the screen. In this case, it is necessary to previously uniform grain diameters and shapes of plastics. Moreover, the wet-type specific-gravity sorting method is a method for separating floating plastic and sinking plastic by using water or specific gravity solution. In this case, it is necessary to dry the plastics by washing out the solution after separation. Furthermore, the static-electricity sorting method is a method for sorting plastics by using the point that the generation quantity of static electricity

depends on the material quality of plastic. In this case, it is necessary to previously uniform the grain diameters and shapes of plastics and dry the plastics. Furthermore, the low-temperature shattering sorting method is a method for refrigerating plastics up to approx. -20°C and shattering it and sorting shattered pieces by a sieving apparatus, which uses that the size of shattered piece depends on the difference between brittle temperatures of plastics. In this case, it is necessary to previously refrigerate plastics.

However, though the above sorting methods purpose various types of waste plastics, when applying the methods to waste plastics of pallets and containers, the following trouble occurs. That is, it is necessary to shatter waste plastics to a proper size each time, thereby the process becomes complex, and the sorting cost increases. Moreover, because of sorting mixed shattered pieces, the sorting accuracy is limited. Furthermore, the material quality of plastics depends on a sorting method, it is necessary to combine various sorting methods depending on a material quality, and thereby a lot of time is required for sorting.

The present invention is made in view of the above situation and its object is to provide a sorting method capable of simply sorting waste products of a plastic molded product in the form of the original form without shattering them. That is, the present invention is characterized by striking a plastic molded product by a striking apparatus, detecting vibrations generate at that time, converting the vibrations into electrical signals, comparing the electrical signals with a preset reference signal and thereby, sorting a plastic molded product to material qualities.

An embodiment of the present invention is described below by referring to the accompanying drawings.

In the case of the present invention, the hammer 2 of a striking apparatus 1 strikes the surface of a plastic molded product 3 such as a pallet or container.

In this case, the plastic molded product 3 is supported by a cushioning material so that it does not resonate when it is stricken by the hammer 2. Moreover, as shown in Figure 5, the striking apparatus 1 is constituted by using a widely-known piano action. The striking apparatus 1 uses a solenoid 4 instead of a clavier. When electrifying the solenoid 4, one end of a wippen 5 is raised and the wippen 5 rotates counterclockwise. By following the rotation of the wippen 5, a hammer bat 7 is raised by a jack 6 and a hammer 2 set to the hammer bat 7 through a hammer shank strikes the surface of the plastic molded product 3. After the hammer 2 strikes the surface of the plastic molded product 3, the hammer 2 immediately returns to the original position by the resilience of a hammer spring 9 set to the hammer bat 7. In Figure 5, reference numerals 10, 11, and 12 denote fixed rails.

Therefore, it is possible to strike the surface of the plastic molded product 3 always with a constant force. Moreover, after the hammer 2 strikes the surface of the plastic molded product 3, it immediately returns to the original position but it does not continuously strike (chatter) the surface of the plastic molded product 3 a plurality of times.

The vibration generated when stricken by the hammer 2 depends on the hardness of the plastic molded product 3. That is, the vibration depends on the material quality of the plastic molded product 3. Moreover, the vibration is detected by a piezoelectric acceleration detector 14 set to the plastic molded product 3 and converted into an electrical signal.

In this case, the piezoelectric acceleration detector 14 is constituted by using quartz, Rochelle salt, barium titanate, or lead zirconate titanate and set to a position separate from the striking position of the hammer 2 by a constant interval (normally, approx. 10 cm).

A striking signal (refer to a in Figure 2) converted into an electrical signal by the piezoelectric acceleration detector 14 (refer to a in Figure 2) is amplified by an amplifier 15 (refer to b in Figure 2), noise components (signals other than signals generated by striking) of the electrical signal are removed by a wave filter 16, the passing frequency band of the wave filter 16 is minutely divided by a wave filter 17, a characteristic specific frequency band (refer to c in Figure 2) is selected by the plastic molded product 3 and converted into an envelop by an envelop converter 18 (refer to d in Figure 2), and a peak value V and wave width T are obtained.

A striking signal converted into an envelop is sent to comparators 19, 20, and 21. A high-level set value V_1 set by a peak-value adjuster 24 is input to the comparator 19 as a comparison signal. When the peak value V of the striking signal is higher than the high-level set value V_1 , a material-quality determination signal A_1 is output from the comparator 19. Moreover, a low-level set value V_2 set lower than the high-level set value V_1 is input to the comparator 20 as a comparison signal by a peak value adjuster 25. When the peak value V of the striking signal is lower than the low-level set value V_2 , a material-quality determination signal B_1 is output from the comparator 20. Moreover, a low low-level set value V_3 lower than the low-level set value V_2 is input to the comparator 21 as a comparison signal by a peak value adjuster 26. When the peak value V of the striking signal is higher than the low low-level set value V_3 , a signal C is output from the

comparator 21 and input to the comparators 22 and 23. When the signal C is input to the comparator 22 within a set time T_1 set by a time adjuster 27, a material-quality determination signal A_2 is output. Moreover, when the signal C is input to the comparator 23 on and after a set time T_2 set longer than the set time T_1 by a time adjuster 28, a material-quality determination signal B_2 is output. When the peak value V of the striking signal is present in an intermediate band between the high-level set value V_1 and the low-level set value V_2 , an object is treated as an object other than material quality determined by the comparators 19 and 20 or as a specially difficult object. Moreover, also when the time in which the peak value V of the striking signal is lowered up to the low low-level set value V_3 is present in an intermediate band between the set times T_1 and T_2 , an object is treated as an object other than the material quality determined by the comparators 22 and 23 or a specially difficult object.

In this case, when plastic molded products to be sorted are formed of polypropylene resin and polyethylene resin, set values V_1 , V_2 , V_3 , T_1 , and T_2 are set in accordance with vibration characteristics (peak value and wave width) of these resins.

Moreover, when the envelop of the striking signal of the plastic molded product 3 is the curve a shown in Figure 3, the material-quality determination signal A_1 is output from the comparator 19 and a material-quality determination signal A_2 is output from the comparator 22 and the material quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals A_1 and A_2 . Furthermore, the envelop is the curve b shown in Figure 3, the material-quality determination signal B_1 is output from the comparator 20 and the material-quality determination signal B_2 is output from the comparator 23 and the material

quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals B_1 and B_2 . Furthermore, when the envelop is the curve a shown in Figure 4, the material-quality determination signal A_1 is output from the comparator 19 and the material-quality determination signal B_2 is output from the comparator 23, and the material quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals A_1 and B_2 . Furthermore, when the envelop is the curve d shown in Figure 4, the material-quality determination signal B_1 is output from the comparator 20 and the material-quality determination signal A_2 is output from the comparator 22 and the material quality of the plastic molded product 3 is determined in accordance with these signals B_1 and A_2 .

As described above, when determining a material quality from a combination of two material-quality determination signals, a determination accuracy is high and four types of material qualities can be determined. However, when determining two types of material qualities, it is possible to determine the two types of material qualities in accordance with the signals A_1 and B_1 . In this case, it is enough to use only the comparators 19 and 20.

Then, a specific example of the present invention is described.

A container for beer made of polypropylene resin and a container for beer made of polyethylene resin are stricken by a 30-g brass hammer set to a piano action and vibrations generated in this case are detected by a piezoelectric acceleration detector set to the surface position of a container 10 cm separate from the striking point of the hammer to convert the vibrations into electrical signals and then, the electrical signals are amplified by a 76-db amplifier and waveforms of the signals are measured by an oscilloscope. Reference signals

$V_1=15.5V$, $V_2=15V$, $V_3=4V$, $T_1=6ms$, and $T_2=6.7ms$ are set in accordance with the measurement results. Then, as a result of striking the total of 100 containers for beer made of polypropylene resin (products exposed to air for 8 years) and containers for beer made of polyethylene resin (products exposed to the weather for 10 years) as described above and sorting them, it is possible to accurately sort 98 products to material qualities. Remaining two products which are difficult to sort are a container which is greatly cracked and a container to which much coal tar is attached.

For the above embodiment, a case of using a piano action as the striking apparatus 1 is shown. However, the striking apparatus 1 is not restricted to the piano action. In short, it is allowed to use any apparatus as long as the apparatus can provide a single strike for a plastic molded product at a constant force. Moreover, a piezoelectric acceleration detector is used to detect vibrations supplied from the striking apparatus 1. However, a detector is not restricted to the piezoelectric acceleration detector. In short, a sound/electrical-signal converter (microphone) or any apparatus capable of converting the vibration generated at the time of a strike into an electrical signal can be used.

As described above, according to the present invention, it is possible to simply sort plastic molded products to material qualities in the form of prototypes without shattering them. Therefore, the sorting cost is low and sorting can be quickly performed. The present invention is particularly effective for sorting waste plastics of pallets and containers and extremely contributes to prevention of pollution and effective use of petroleum resources.

4. Brief Description of the Drawings

Figure 1 is a block diagram of an apparatus for executing the present invention;

Figures 2(a) to 2(d) are waveform diagrams of striking signals;

Figures 3 and 4 are illustrations for explaining a method of the present invention; and

Figure 5 is a side view showing a striking apparatus.

Description of reference numerals

1...Striking apparatus, 2...Hammer, 14...Piezoelectric acceleration detector, 15...Amplifier, 16, 17...Wave filter, 18...Envelop converter, 19, 20, 21, 22, 23...Comparator, 24, 25, 26...Peak value adjuster, 27, 28...Time adjuster

Figure 1

#1 Reference voltage

#2 A_1 signal

#3 B_1 signal

#4 C signal

#5 A_2 signal

#6 B_2 signal

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55-22166

⑥ Int. Cl.³
G 01 N 29/04

識別記号

庁内整理番号
7145-2G

⑬ 公開 昭和55年(1980)2月16日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ プラスチック成型品の分別方法

3号

⑯ 特 願 昭53-95627

⑰ 出 願 昭53(1978)8月5日

⑱ 発 明 者 大崎敬三

武蔵野市吉祥寺本町四丁目22番

⑲ 出 願 人 三菱金属株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5
番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 志賀正武

明 細 書

1. 発明の名称

プラスチック成型品の分別方法

2. 特許請求の範囲

プラスチック成型品を打撃装置で打撃し、そのとき発生する振動を検出してこれを電気信号に変換し、この電気信号を予め設定した基準信号と比較することによりプラスチック成型品を材質別に分別することを特徴とするプラスチック成型品の分別方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明はプラスチック成型品を材質別に分別する方法に関し、更に詳しくはプラスチック成型品の廃棄物を破砕することなく原型のまま材質別に分別する方法に関するものである。

現在、流通系において使用されているプラスチック製のペレットやコンテナ類は数

10億個に達している。これらペレットやコンテナ類は天曝品であることから、10年程度で紫外線によつて劣化が生じたり、強度が低下したり、あるいは退色したりして商品価値が下がり、年間数100万個以上が廃棄されている。

そこで、これらペレットやコンテナ類の廃棄プラスチックは、公害の防止と共に、石油資源の有効活用のために再生加工されている。

ところで、これらペレットやコンテナ類の廃棄プラスチックは同一形状のものであつても材質が異なる場合がある。例えばビール用コンテナは、同一形状のものであつてもポリエチレン樹脂で形成されたものやポリプロピレン樹脂で形成されたものがある。

これら材質の異なる廃棄プラスチックを分別しないで混合したままの状態て再成型すると、再成型品の品質が低下する恐れがある。



このための再生加工を行なう場合には前処理として廃棄プラスチックを材質別に分別しておく必要がある。

従来、廃棄プラスチックを材質別に分別する方法としては、流動式風力選別法、磁式比重選別法、静電気選別法、低温破砕選別法等がある。流動式風力選別法は、傾斜しているスクリーンに下から空気を吹き込んで流動状態下で比重の違いによつてプラスチックをスクリーンの上下に分離する方法で、予めプラスチックの粒径、形状をそろえておく必要がある。また磁式比重選別法は、水または比重液を用いて浮上するプラスチックと沈下するプラスチックとを分離する方法で、分離後に洗浄して比重液を洗い落して乾燥させる必要がある。また静電気選別法は、プラスチックの材質によつて静電気の発生量が異なる点を利用して選別する方法で、予めプラスチックの粒径、形状をそろえたと共に、乾燥させてお



特開昭55-22166(2)

く必要がある。また低温破砕選別法は、-20℃位までプラスチックを冷却して破砕し、これら破砕片を筒分選機により選別する方法で、プラスチックの脆化温度の違いによつて破砕片の大きさが異なることを利用しているが、予めプラスチックを冷却する必要がある。

しかしながら、上述の分別方法は種々の廃棄プラスチックを対象としているが、パレットやコンテナ類の廃棄プラスチックに適用した場合には以下に述べるような不都合が生じる。すなわち、廃棄プラスチックをいちいち適当な大きさに破砕しなければならず、このため工程が複雑となり、分別コストが高額になる。また混合破砕品を分別するため、分別精度に限界がある。さらにプラスチックの材質によつて分別方法が異なり、材質によつては種々の分別方法を組み合わせる必要があり、このため分別に長時間を要する。

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、

プラスチック成型品の廃棄物を破砕することなく原型のまま簡単に材質別に分別し得る分別方法を提供することを目的とする。すなわち、本発明はプラスチック成型品を打撃装置で打撃し、そのとき発生する振動を検出してこれを電気信号に変換し、この電気信号を予め設定された基準信号と比較することによりプラスチック成型品を材質別に分別することを特徴とするものである。

以下本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

本発明にあつては、まず打撃装置1のハンマー2でパレット、コンテナ類のプラスチック成型品3の表面を打撃する。

ここで、プラスチック成型品3はハンマー2で打撃されたとき共振しないように緩衝材で支持されている。また打撃装置1は第5図に示すように公知のピアノアクションを利用して構成されている。この打撃装置1は、錠

錠の代わりにソレノイド4が使用されており、そしてこのソレノイド4に通電するとウイペン5の一端部が押し上げられてウイペン5が反時計方向に回転する。ウイペン5の回転に伴つてジャック6によりハンマーバット7が押し上げられ、ハンマーバット7はハンマーシャフト8を介して取付けられたハンマー2がプラスチック成型品3の表面を打撃する。ハンマー2がプラスチック成型品3の表面を打撃した後はハンマーバット7に設けられたハンマーバネ9の弾力によりハンマー2が直ちに元の位置に復帰する。なお図中10、11、12は固定レールである。

したがつて、常に一定の力でプラスチック成型品3の表面を打撃することができる。またハンマー2はプラスチック成型品3の表面を打撃した後、直ちに元の位置に復帰して、プラスチック成型品3の表面を複数回連続打（ビビリ）するようなことがない。



特開 昭55-22166(3)

ハンマー 2 で打撃された際に発生する振動は、プラスチック成型品 3 の硬度によつて異なる、すなわちプラスチック成型品 3 の材質によつて異なっている。そしてこの振動は、プラスチック成型品 3 に取付けられた圧電加速度型検出器 14 で検出されて電気信号に変換される。

ここで、圧電加速度型検出器 14 は、機械的歪を与えると電位差を発生する例えば水晶、ロツンエル塩、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン鉛等の圧電素子を使用して構成されており、そして前記ハンマー 2 の打撃位置から一定の間隔（通常は 10 cm 位）はなれた位置に取付けられている。

圧電加速度型検出器 14 で電気信号に変換された打撃信号（第 2 図 a 参照）は、増巾器 15 で増巾（第 2 図 b 参照）され、戸波器 16 で雑音成分（打撃で発生する以外の信号）が除去され、そして戸波器 17 で戸波器 16 の

通過周波数帯が細かく分けられてプラスチック成型品 3 によつて特徴のある固有振動帯域（第 2 図 c 参照）が選別された後、包絡線変換器 18 で包絡線に変換され（第 2 図 d 参照）、信号の形状、すなわち波高値 V と波巾 T とが求められる。

包絡線に変換された打撃信号は比較器 19, 20, 21 に送られる。比較器 19 は波高値設定器 24 によつて設定された高レベル設定値 V_1 が比較信号として入力されており、打撃信号の波高値 V が高レベル設定値 V_1 よりも高いときに比較器 19 から材質判別信号 A_1 が出力されるようになっている。また比較器 20 は波高値設定器 25 によつて前記高レベル設定値 V_1 よりも低く設定された低レベル設定値 V_2 が比較信号として入力されており、打撃信号の波高値 V が低レベル設定値 V_2 よりも低いときに比較器 20 から材質判別信号 B_1 が出力されるようになっている。また比

較器 21 は波高値設定器 26 によつて前記低レベル設定値 V_2 よりも低い低・低レベル設定値 V_3 が比較信号として入力されており、打撃信号の波高値 V が低・低レベル設定値 V_3 よりも高いときに信号 C が比較器 21 から出力されて、信号 C が比較器 22 及び 23 に入力されるようになっている。また比較器 22 は時間設定器 27 によつて設定された設定時間 T_1 以内に信号 C が入力されたとき材質判別信号 A_2 が出力されるようになっている。また比較器 23 は時間設定器 28 によつて前記設定時間 T_1 よりも長く設定された設定時間 T_2 以後に信号 C が入力されたとき材質判別信号 B_2 が出力されるようになっている。なお打撃信号の波高値 V が高レベル設定値 V_1 と低レベル設定値 V_2 との中間帯にあるときは比較器 19, 20 で判別される材質以外のものか、あるいは判別困難なものとして処理されるようになっている。また打撃

信号の波高値 V が低・低レベル設定値 V_3 にまで下る時間が設定時間 T_1 と T_2 との中間帯にあるときにも、比較器 22, 23 で判別される材質以外のものか、あるいは判別困難なものとして処理されるようになっている。

ここで設定値 V_1, V_2, V_3, T_1, T_2 は、分別しようとするプラスチック成型品が例えばポリプロピレン樹脂やポリエチレン樹脂で成型されている場合にはこれら樹脂の振動特性（波高値、波巾）を基にして定められている。

そして、プラスチック成型品 3 の打撃信号の包絡線が第 3 図に示す a のような場合には比較器 19 から材質判別信号 A_1 が出力され、また比較器 22 から材質判別信号 A_2 が出力されて、これら信号 A_1, A_2 からプラスチック成型品 3 の材質が判別される。また第 3 図に示す b のような場合には比較器 20 から材質判別信号 B_1 が出力され、また比較器 23

から材質判別信号 B_1 が出力されて、これら信号 B_1, B_2 からプラスチック成型品3の材質が判別される。また第4図に示すcのような場合には比較器19から材質判別信号 A_1 が出力され、また比較器23から材質判別信号 B_2 が出力され、これら信号 A_1, B_2 からプラスチック成型品3の材質が判別される。また第4図に示すdのような場合には比較器20から材質判別信号 B_1 が出力され、また比較器22から材質判別信号 A_1 が出力され、これら信号 B_1, A_1 からプラスチック成型品3の材質が判別される。

なお上述の如く二個の材質判別信号の組合せから材質を判別すれば判別精度が高く四種の材質を判別し得る。しかし二種の材質を判別するような場合にあっては信号 A_1 と B_1 からでも判別が可能である。このとき比較器は19と20のみでよい。

次に本発明の具体例を説明する。

つた。

なお上記実施例では打撃装置1としてピアノアクションを利用した場合を示したが、これに限られるものでなく、要は一定の力で単一打撃をプラスチック成型品に与えることができるものであればよい。また打撃装置1で与えられた振動を検出するのに圧電加速度型検出器を使用した。これに限られるものでなく、要は音響/電気信号変換器(マイク、フォノン)やその他打撃時に発生する振動を電気信号に変換し得るものであればよい。

以上説明したように本発明によれば、プラスチック成型品を破壊することなく原型のままで簡単に材質別に分別し得るから分別コストが安価な上に分別が迅速に行なえ、特にベレットやコンテナ類の廃棄プラスチックの分別に効果が有り、公害の防止及び石油資源の有効活用に着しく貢献する。

4. 図面の簡単な説明

ポリプロピレン樹脂製のビール用コンテナとポリエチレン樹脂製のビール用コンテナをピアノアクションに設けた30g黄銅製ハンマーで打撃し、このとき発生した振動をハンマーの打撃地点から1.0cm離れたコンテナの表面位置に取付けた圧電加速度型検出器で検出して電気信号に変換した後、76dbの増巾器で増巾し、オシロスコープで波形を測定した。この測定結果を基にして基準信号 $V_1 = 15.5V, V_2 = 15V, V_3 = 4V, T_1 = 6ms, T_2 = 6.7ms$ を設定した。そしてポリプロピレン樹脂製のビール用コンテナ(8年経過天晒品)とポリエチレン樹脂製のビール用コンテナ(10年経過天晒品)合計100個を前述のようにして打撃して分別した結果、98個を正確に材質別に分別することが出来た。なお分別困難な残りの2個は、コンテナに大きな割れの発生したものと、多量のコーラ汚れが附着したものである。

第1図は本発明を実施するためのブロック線図、第2図a, b, c, dは打撃信号の波形図、第3図、第4図は本発明の方法を説明するための説明図、第5図は打撃装置の一例を示す側面図である。

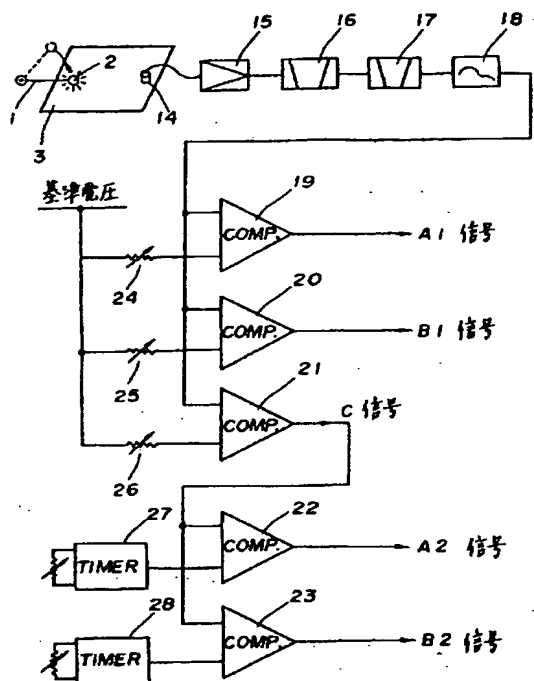
図中

- 1……打撃装置、2……ハンマー、14……圧電加速度型検出器、15……増巾器、16, 17……アンプ、18……包絡線変換器、19, 20, 21, 22, 23……比較器、24, 25, 26……放電値設定器、27, 28……時間設定器。

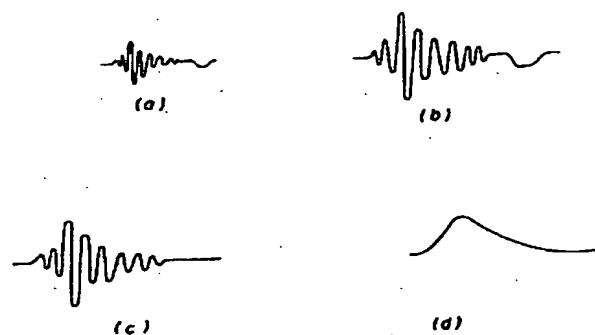
出願人 三菱金属株式会社

代理人 弁理士 志賀正成

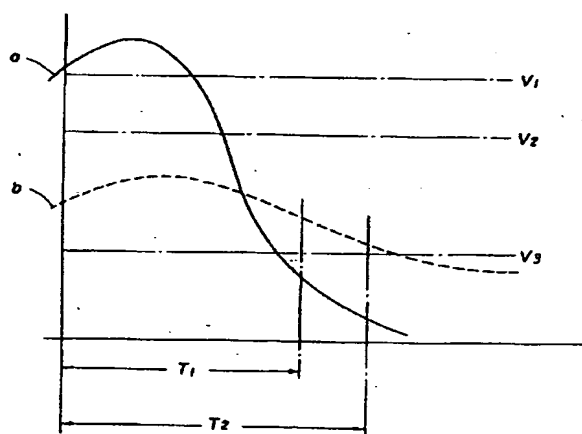
第 1 圖



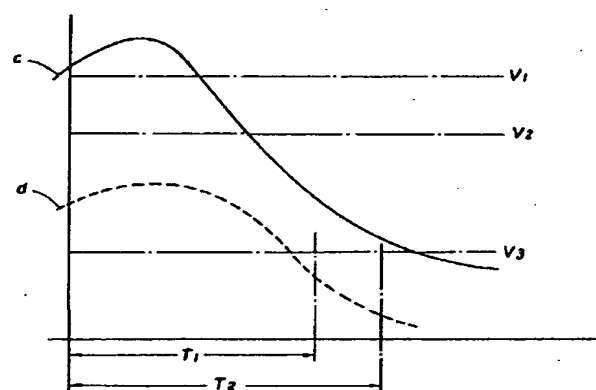
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 図

